

DOCKET NO.: 260987US3PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kenji KANEKO, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/05692

INTERNATIONAL FILING DATE: May 7, 2003

FOR: METHOD AND APPARATUS FOR WALKING CONTROL OF LEGGED ROBOT

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

| <u>COUNTRY</u> | <u>APPLICATION NO</u> | <u>DAY/MONTH/YEAR</u> |
|----------------|-----------------------|-----------------------|
| Japan | 2002-131120 | 07 May 2002 |

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/05692. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Surinder Sachar

C. Irvin McClelland
Attorney of Record
Registration No. 21,124
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

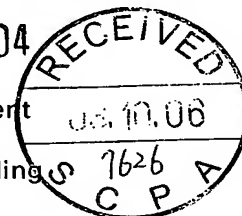
(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

05 OCT 2004

HAYASHI, Hiroshi
c/o Hayashi International Patent
Office
Daiichi Taishotatemono Building
9-12, Nishishinjuku 1-chome
Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023
Japan



| | |
|---|--|
| Date of mailing (day/month/year) 01 October 2003 (01.10.03) | |
| Applicant's or agent's file reference SSK-39 | IMPORTANT NOTIFICATION |
| International application No. PCT/JP03/05692 | International filing date (day/month/year) 07 May 2003 (07.05.03) |
| International publication date (day/month/year) Not yet published | Priority date (day/month/year) 07 May 2002 (07.05.02) |
| Applicant NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY et al | |

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

| <u>Priority date</u> | <u>Priority application No.</u> | <u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u> | <u>Date of receipt of priority document</u> |
|------------------------|---------------------------------|---|---|
| 07 May 2002 (07.05.02) | 2002-131120 | JP | 19 Sept 2003 (19.09.03) |

| | |
|--|--|
| The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 338.70.10 | Authorized officer Yuichiro AIDA (Fax 338 7010) Telephone No. (41-22) 338 8994 |
|--|--|

10 / 511608

02 NOV 2004

PCT/JP 03/05692

05.08.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 19 SEP 2003

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年 5月 7日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-131120
[ST. 10/C]: [JP2002-131120]

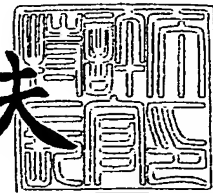
出 願 人
Applicant(s): 独立行政法人産業技術総合研究所

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 9月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2003-3072700

Best Available Copy

【書類名】 特許願
【整理番号】 328-01533
【あて先】 特許庁長官 殿
【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市東 1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

【氏名】 金子 健二

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市東 1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

【氏名】 横井 一仁

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市東 1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

【氏名】 金広 文男

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市東 1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

【氏名】 梶田 秀司

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市東 1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

【氏名】 藤原 清司

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市東 1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

【氏名】 比留川 博久

【特許出願人】

【識別番号】 301021533
【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所
【代表者】 吉川 弘之
【電話番号】 0298-61-3280

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 脚式ロボットの歩行制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

脚式ロボットの歩行制御装置において、足裏位置を基準にした座標系を歩行制御のための制御座標系として歩行制御を行う制御装置を備えたことを特徴とする脚式ロボットの歩行制御装置。

【請求項 2】

脚式ロボットの歩行制御装置において、
足裏位置を検出する足裏位置センサと、
前記足裏位置センサにより検出した足裏位置を基準にした座標系を歩行制御のための制御座標系として歩行制御を行う制御装置と、
前記制御装置により制御される脚部アクチュエータと
を備えたことを特徴とする脚式ロボットの歩行制御装置。

【請求項 3】

脚式ロボットの歩行制御装置において、
足裏位置を検出する足裏位置センサと、
接地脚の状態を検出する接地状態センサと、
検出した足裏位置および状態に応じて接地脚の位置を基準にした座標系に変更して歩行制御を行う制御装置と、
前記制御装置により制御される脚部アクチュエータと
を備えたことを特徴とする脚式ロボットの歩行制御装置。

【請求項 4】

脚式ロボットの歩行制御装置において、
足裏位置を検出する足裏位置センサと、
接地脚の状態を生成する動作生成装置と、
検出した足裏位置および状態に応じて接地脚の位置を基準にした座標系に変更して歩行制御を行う制御装置と、
前記制御装置により制御される脚部アクチュエータと

を備えたことを特徴とする脚式ロボットの歩行制御装置。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の脚式ロボットの歩行制御装置において、

制御装置は、足裏位置センサにより検出された足裏位置を基準にした座標系において制御パラメータの入力を行い、

入力した制御パラメータにより制御特性を設定する

ことを特徴とする脚式ロボットの歩行制御装置。

【請求項 6】

請求項 3 または請求項 4 に記載の脚式ロボットの歩行制御装置において、

制御装置は、接地状態センサもしくは動作生成装置により検出された接地脚の状態により制御特性を変更する

ことを特徴とする脚式ロボットの歩行制御装置。

【請求項 7】

請求項 3 または請求項 4 に記載の脚式ロボットの歩行制御装置において、

制御装置は、センサ自身が内蔵している座標系において検出したセンサ情報を接地脚の位置を基準にした座標系に変換する座標変換手段を備える

ことを特徴とする脚式ロボットの歩行制御装置。

【請求項 8】

請求項 3 または請求項 4 に記載の脚式ロボットの歩行制御装置において、

制御装置は、進行方向を基準にした座標系において記述された動作パターン情報を、接地脚の位置を基準にした座標系に変換する座標変換手段を備える

ことを特徴とする脚式ロボットの歩行制御装置。

【請求項 9】

請求項 7 または請求項 8 に記載の脚式ロボットの歩行制御装置において、

更に、接地脚の位置を基準にした座標系において生成された信号を、センサ自身が内蔵している座標系であるセンサ座標系、脚式移動ロボットが進行する方向を基準にした座標系である進行方向座標系、または脚式移動ロボットのボディを基準にした座標系であるボディ座標系のいずれかの座標系に変換する座標変換手段を備える

ことを特徴とする脚式ロボットの歩行制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、脚式ロボットの歩行制御装置に関し、具体的には、脚式ロボットにおける姿勢を安定制御できる制御装置を備えた歩行制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来における脚式移動ロボットの制御装置は、例えば、特開平11-300660号公報に記載されているように、脚式移動ロボットの進行方向を1軸に持つ直交座標系（進行方向座標系）を基準として、安定制御系が設計されて、例えば、歩行制御装置が作成されている。

【0003】

従来においては、脚式ロボットの歩行パターンは、進行方向制御系で設計されてきたことから、当然ながら、進行方向制御系を用いて制御系が設計され、安定制御系の制御装置が作られてきた。このような進行方向制御系は、人間の直感に合致することから、進行方向制御系での制御系の構築は、システムの設計手法からは妥当なものであった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、進行方向制御系で設計された制御装置では、例えば、脚式移動ロボットにおいて、接地脚の移動に伴って、必然的に安定な歩行制御系を構築することは困難である。すなわち、脚式ロボットが歩行する場合において、例えば、二足歩行する場合においては、その歩行状態により姿勢が変化し、姿勢変化により制御パラメータが変動するばかりか、時々刻々変化する姿勢によって、脚部のリンク構造から、必然的にロボット身体の剛性が変化することになり、制御系が発振してしまうこともある。このため、多種多様な歩行パターンに対して安定した歩行制御系を構築することは困難であった。

【0005】

このため、安定した歩行制御系を構築するには、頻繁で試行錯誤的に制御系のパラメータ調整が必要であった。例えば、進行方向座標系において歩行パターン
の安定した制御系を構築するためには、制御信号の入力に重み付けを行い、制御
系の剛性を落として発振を回避しながら制御系を構成することになるが、この場
合には、逆に制御系の特性を所望の特性に設定することが困難であるという問題
点があった。

【0006】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、本発明の
目的は、脚式ロボットにおける姿勢を安定制御するための制御装置を備えた歩行
制御装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記のような目的を達成するため、本発明による脚式ロボットの歩行制御装置
は、脚式ロボットの歩行制御装置において、足裏位置を基準にした座標系（以下
、足裏座標系と称す）を歩行制御のための制御座標系として歩行制御を行う制御
装置を備えたことを特徴とする。

【0008】

また、本発明の脚式ロボットの歩行制御装置は、基本構成として、制御座標系
の基準位置となる足裏位置を検出する足裏位置センサを備えている。この足裏位
置センサは、例えば、関節の回転角を検出する回転角センサと、リンク形状デー
タから、運動学を用いて、足裏位置を算出する構成でも良い。また、接地脚の状
態を検出する接地脚センサもしくは接地脚の状態を生成する動作生成装置を備え
、検出した足裏位置および状態に応じて接地脚の位置を基準にした座標系を歩行
制御のための制御座標系として歩行制御を行う制御装置と、前記制御装置により
制御される脚部アクチュエータとを備える。

【0009】

また、本発明による脚式ロボットの歩行制御装置において、制御装置は、足裏
座標系において制御パラメータの入力を行い、入力した制御パラメータにより制

御特性を設定する。この場合に、接地状態センサもしくは動作生成装置により検出された接地脚の状況に対応して制御特性を変更する。また、座標変換手段を備え、足裏座標系での制御特性を、センサ自身が内蔵している座標系であるセンサ座標系、脚式ロボットが進行する方向を基準にした座標系である進行方向座標系、または脚式ロボットのボディを基準にした座標系であるボディ座標系のいずれかに変換して制御パラメータを得る。これにより、脚式ロボットが進行する方向を基準にした座標系（以下、進行方向座標系と称す）、もしくは脚式ロボットのボディーを基準にした座標系（以下、ボディー座標系と称す）などに換算して制御を行うことができる。このように、接地脚の状況により、また、座標系を変更して、その制御特性を動的に変更し、安定制御を行うようにすることで、脚式ロボットの歩行制御安定性が向上する。

【0010】

すなわち、本発明による脚式ロボットの歩行制御装置においては、制御装置は、歩行状態（例えば、接地脚の状況）により制御装置自体を切り替えるのではなく、接地状態センサもしくは動作生成装置により検出された接地脚の状況により、制御装置の制御特性を変更する。

【0011】

また、本発明の脚式ロボットの歩行制御装置において、制御装置は、センサ自身が内蔵している座標系（以下、センサ座標系）において検出したセンサ情報を、接地脚の位置を基準にした座標系（以下、足裏座標系と称す）に変換する座標変換手段、進行方向座標系において記述された動作パターン情報を、接地脚の位置を基準にした座標系（以下、足裏座標系と称す）に変換する座標変換手段を備え、また、足裏座標系において生成された制御信号を、他の座標系（例えば、センサ座標系、進行方向座標系、ボディー座標系）の信号に変換して歩行制御を行う。

【0012】

脚式ロボットにおいては、歩行姿勢により制御パラメータ変動が起き、また、歩行の姿勢によりロボットの剛性が変化する。例えば、具体的に二足歩行ロボットを例として説明すると、両脚の足裏を結ぶ方向には、両脚により閉リンク構造

ができているため剛性が高く、倒れがたいものとなっている。一方、この両脚の足裏を結ぶ方向に直交する方向については、両脚による閉リンク構造を構成しないため、脚式ロボットの歩行姿勢について剛性が低く、倒れやすいものとなっている。

【0013】

そこで、本発明による脚式ロボットの歩行制御装置においては、歩行姿勢の制御を行う歩行制御系を、脚式ロボットの歩行制御に適した座標系として、足裏位置を基準にした座標系（足裏座標系）を用いる。この足裏座標系を用いて歩行制御を行う制御装置を備え、脚式ロボットの歩行制御装置を構成する。例えば、前述した接地脚の両脚の足裏を結ぶ方向、接地脚の両脚の足裏を結ぶ方向と直交する方向、および鉛直方向の各方向からなる座標系を用いて、歩行制御系を設計・構築する。これにより、歩行姿勢において安定した制御系を設計・構築することができる。

【0014】

また、本発明の歩行制御装置においては、足裏座標系を用いて歩行制御を行うので、このため、足裏座標系に座標変換を行う座標変換手段を備えて、例えば、センサ座標系でのセンサ情報や進行方向座標系で記述された歩行パターン等については、足裏座標系に座標変換し、また、足裏座標系において生成された制御信号から逆変換を行い、進行方向座標系で記述された歩行パターンを実現する制御系を設計・構築する。これにより、所望の特性をもった制御系の設計・構築が容易に実現できる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を実施する場合の形態について、図面を参照して説明する。図1は、本発明を一態様で実施する脚式ロボットの脚部の構造を概略的に説明する図であり、また、図2は、脚式ロボットの歩行制御を行う場合についての接地脚の位置の状態を説明する図である。図1および図2において、1は左足、2は右足、2aは右足の上板基板、2bは右足の接地基板、3は足部を構成する低剛性部材、4は足部関節設置部、5は姿勢制御装置、6aは第1脚部、6bは第2脚部

、7はロボット本体部、8aは第1の関節モータ、8bは第2の関節モータ、8cは第3の関節モータである。なお、図示されないが、左足1および右足2には、それぞれ低剛性部材3の中に接地状態センサとして機能する圧力センサが設けられている。また、左足1および右足2の位置は、図示しない姿勢センサ、ならびに、関節角度センサ等から構成される足裏位置センサにより、初期設定位置から歩行制御を行って動作させたロボットの脚部(6a~6b, 8a~8c)の移動位置が算出されて求められる。また、図示されないが、姿勢制御装置5の中には、座標変換を行い、制御データ等を生成し、脚部アクチュエータに対して制御信号を出力するコンピュータ装置が設けられている。

【0016】

脚式ロボットの歩行制御については、ロボット本体部7に設けられた姿勢制御装置5が、ロボットの脚部(6a~6b, 8a~8c)を動作させて、つまり、脚部アクチュエータを制御して、左足1および右足2を動作させて、歩行パターンにしたがって歩行制御を行う。また、機能的には、脚部の状態を生成して制御を行う動作生成装置からの制御信号により、脚部アクチュエータを制御して、左足1および右足2を動作させて、歩行パターンにしたがって歩行制御を行う。

【0017】

脚式ロボットの歩行制御を行う場合、脚式ロボットにおいては、歩行姿勢によりパラメータ変動が起きる。また、歩行の姿勢によっては、ロボット本体部7のメカニカルな剛性が変化する。すなわち、二足歩行ロボットの歩行姿勢については、図2に示すように、接地脚について、両脚(左足1および右足2)の足裏を結ぶ方向(以下、長手方向と称す)には、両脚により閉リンク構造ができているため剛性が高く、倒れがたい状態となっており、また、この長手方向に直交する方向(以下、短手方向と称す)については、両脚による閉リンク構造を構成しないため、剛性が低く、倒れやすいものとなっている。

【0018】

このため、脚式ロボットの歩行制御における安定制御では、この長手方向および短手方法のそれぞれについて、異なる制御特性を持たせて制御系を設定する。二足歩行ロボットにおいては、上述したように方向(長手方向および短手方向)

に応じてのそれぞれの特性があり、これが変化する。そこで、二足歩行ロボットの歩行制御系としては、図3に示すように、接地脚の位置を基準とした直交座標系である足裏座標系を設定し、歩行制御を行う。この足裏座標系は、脚式ロボットを歩行させた場合、接地脚の位置において足裏座標系の座標軸が動的に変化する。このため、歩行制御を行うについては、制御を行うタイミングに応じて、接地脚（左足1および右足2）の位置を検出し、この検出した接地脚の位置に基づいて、足裏座標系を設定し、その足裏座標系に従って歩行制御を行う。姿勢制御では、図4に示すように、長手方向軸まわりの転倒に対しては、強い踏ん張り力で姿勢を復帰するように制御を行う。一方、短手方向軸まわりの転倒に対しては、両足間隔が広い（長い）ことから、弱い踏ん張り力でも、目標ZMP回りのモーメントを稼げるため、弱い踏ん張り力で姿勢を復帰するように制御を行う。

【0019】

また、歩行制御において片脚支持の状態が介在するが、この場合においても、次に説明するように、制御装置を切り替えることなく、両脚支持状態での制御と全く同じに、足裏座標系を設定し、その足裏座標系に従って歩行制御を行う。つまり、片脚の状態においては、図5に示すように、その剛性については、前述した長手方向および短手方向のいずれの方向についても弱いので、これらの方向とも、強い踏ん張り力で姿勢を復帰するように制御を行う。

【0020】

より具体的には、足裏座標系に基づく姿勢制御に関して説明を行うと、傾いたロボットの胴体を復帰させるため、接地脚の足裏による踏ん張り力により姿勢を復帰しているが、物理的には、足裏から床面に対する補償モーメントを発生することにより姿勢の復帰を行う。前述のように、接地脚の状況により長手方向と短手方向の剛性が異なるため、異方性を持たせて（方向により異なる制御特性を持たせて）、制御系を設計し構築する。その制御系は、例えば、（式1）に示されるように、足裏座標系の各軸が非干渉化された線形システムの制御系を構成し、補償モーメントを発生させる。

【数 1】

$${}^F\mathbf{M} = K_p {}^F\mathbf{B} {}^F\Delta\theta + K_v {}^F\mathbf{B} {}^F\Delta\dot{\theta} \quad (1)$$

ここで、

左上の添え字 F：足裏座標系を意味する

M：復帰モーメントベクトル

$\Delta\theta$ ：胴体の傾きベクトル

K_p ：胴体の傾きの比例ゲイン

K_v ：胴体の傾きの速度ゲイン

B：踏ん張り力を決定する重み行列（図 4）

である。

なお、この重み行列は、 2×2 行列の場合、具体的には、

【数 2】

$${}^F\mathbf{B} = \begin{bmatrix} b & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

ただし、b は 0 以上 1 以下の数値で、長手方向軸まわりの強い踏ん張り力を 1 とした時の短手方向の踏ん張り力の割合を意味する。

【0021】

一方、胴体の傾きを検出するセンサ等のフィードバックに使用するセンサは、両脚の位置関係により軸方向が可変となる足裏座標系で検出される訳ではなく、通常、胴体等に固定されたセンサ座標系で検出される。したがって、（式 1）における変数の胴体の傾き $\Delta\theta$ は、（式 3-1）および（式 3-2）に示すような「センサ座標系→足裏座標系」間の座標変換を行い算出する。

【数3】

$${}^F\Delta\theta = {}^F_sR {}^S\Delta\theta \quad (3-1)$$

$${}^F\Delta\dot{\theta} = {}^F_sR {}^S\Delta\dot{\theta} \quad (3-2)$$

ここで、

左上の添え字S：センサ座標系を意味する

R：座標変換を表す記号で、Rの左下の添え字で表記された座標系データを、Rの左上の添え字で表記された座標系データに変換する座標変換行列

【0022】

一方、歩行パターンは、通常、足裏座標系とは異なる座標系、例えば、ボディー座標系で記述されている。したがって、安定で所望な制御系を構築するためには、(式1)により算出された足裏座標系での補償信号を、(式4)に示すようにボディー座標系の信号に座標変換を行い、最終的には歩行パターンに補償を加え制御を行う。

【数4】

$${}^B\mathbf{M} = {}^B_fR {}^F\mathbf{M} \quad (4)$$

【0023】

以上をまとめると、次の(式5)に示される制御系を構成して、ボディー座標系における補償モーメントを発生させるようにする。

【数5】

$${}^B\mathbf{M} = {}^B_fR K_p {}^F\mathbf{B} {}^F_sR {}^S\Delta\theta + {}^B_fR K_v {}^F\mathbf{B} {}^F_sR {}^S\Delta\dot{\theta} \quad (5)$$

この(式5)から分かるように、ボディー座標系で考えた場合、歩行姿勢によりゲインが可変となり、多種多様な歩行パターンに対して、(式1)で表現される所望の制御系を、安定に構築することができる。

【0024】

また、脚式ロボットの歩行制御の場合には、接地脚の状態によりモード切り替える場合が多いが、モード切替は制御システムを複雑にするばかりか、時には、不安定な制御系を構成することになる。そのため、ここでは、(式2)における重み付けを連続的に変えることにより、これに対応して制御系を構成する。具体例として、二足歩行ロボットを例にして説明すると、図5に示すように、片脚支持期については、全ての方向に対して、「強い足裏による踏ん張り力」が必要であるので、(式1)により算出される復帰モーメントを不連続に変化させると、場合によっては、転倒に至る時がある。このため、連続して変化させる必要がある。そこで、接地脚の状態を検出する接地脚センサ、もしくは接地脚の状態を生成する動作生成装置による歩行パターンから、片脚支持期または両脚支持期の判別を行い、この判別に基づき(式2)で与えられる「重みb」を連続的に変化させて、片脚支持期においては「 $b=1$ 」となるようにする。

【0025】

以上、説明したように、本発明による歩行制御装置においては、足裏座標系を用いて歩行制御を行うようにしているので、足裏座標系に座標変換を行うための座標変換手段を備え、例えば、センサ座標系でのセンサ情報や進行方向座標系で記述された歩行パターン等については、足裏座標系に座標変換し、もしくは足裏座標系から逆変換を行い、歩行パターン等を用いた方向制御を行う制御系を設計して構築する。これにより、所望の特性をもった制御系の設計および構築が容易に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を一態様で実施する脚式ロボットの脚部の構造を概略的に説明する図である。

【図2】

脚式ロボットの歩行制御を行う場合について接地脚の位置の状態を説明する図である。

【図3】

本発明にかかる足裏座標系を説明する図である。

【図 4】

足裏座標系による異方向性を持つ復帰モーメントを説明する図である。

【図 5】

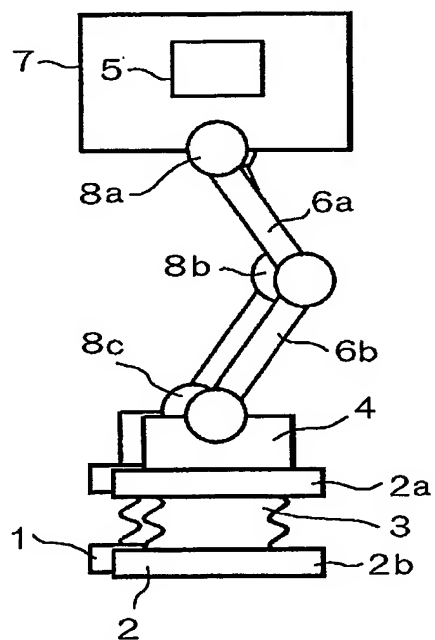
片脚支持期における足裏座標系の復帰モーメントを説明する図である。

【符号の説明】

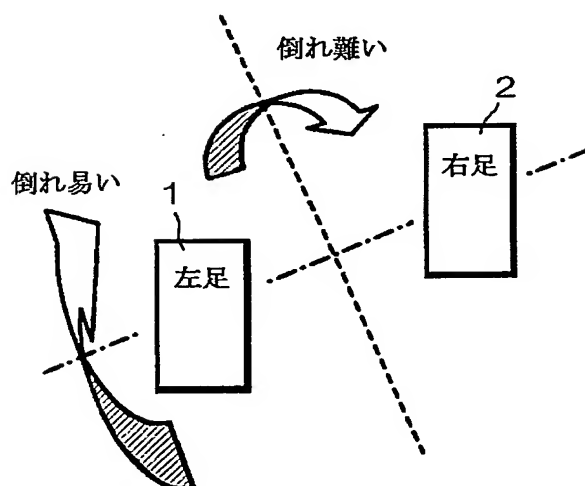
- 1 … 左足
- 2 … 右足
- 2 a … 右足の上板基板
- 2 b … 右足の接地基板
- 3 … 足部を構成する低剛性部材
- 4 … 足部関節設置部
- 5 … 姿勢制御装置
- 6 a … 第 1 脚部
- 6 b … 第 2 脚部
- 7 … ロボット本体部
- 8 a … 第 1 の関節モータ
- 8 b … 第 2 の関節モータ
- 8 c … 第 3 の関節モータ

【書類名】 図面

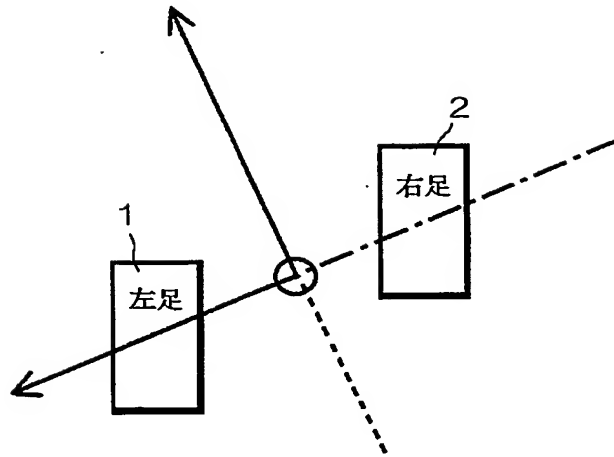
【図 1】



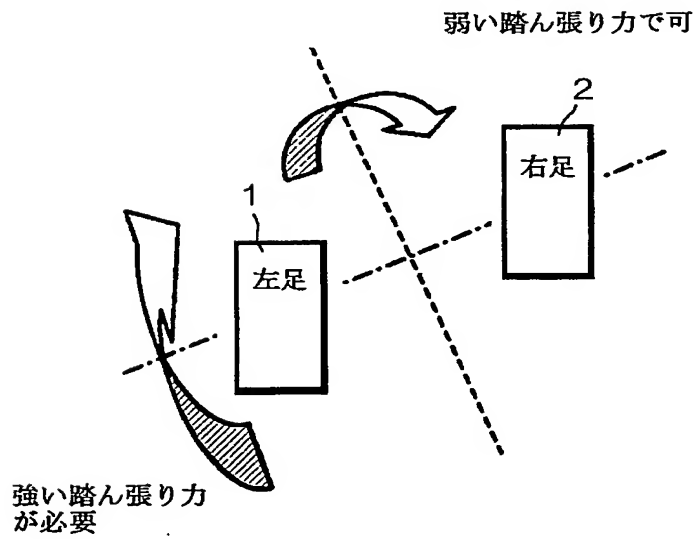
【図 2】



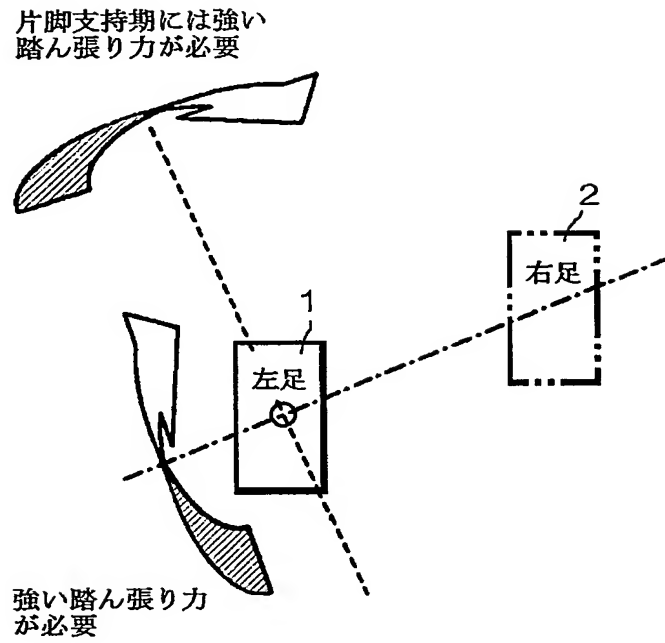
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

脚式ロボットにおける姿勢を安定制御するための歩行制御装置を提供する。

【解決手段】

脚式ロボットの歩行制御装置は、接地脚の足裏位置を検出する足裏位置センサと、接地脚の状態を検出する接地脚センサもしくは接地脚の状態を生成する動作生成装置と、検出した接地脚の足裏位置および接地脚の状態に応じて接地脚の位置を基準にした座標系を歩行制御のための制御座標系として歩行制御を行う制御装置と、前記制御装置により制御される脚部アクチュエータとを備える。

【選択図】 図 1

特願 2002-131120

ページ: 1/E

認定・付加情報

| | |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2002-131120 |
| 受付番号 | 50200647190 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第一担当上席 0090 |
| 作成日 | 平成14年 5月 8日 |

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 5月 7日

次頁無

出証特 2003-3072700

特願 2002-131120

出願人履歴情報

識別番号

[301021533]

1. 変更年月日
[変更理由]

2001年 4月 2日
新規登録

住 所
氏 名

東京都千代田区霞が関1-3-1
独立行政法人産業技術総合研究所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.